Cours Réseaux - Adressage IP

Thierry Vaira

BTS IRIS Avignon

tvaira@free.fr ☺ v0.1

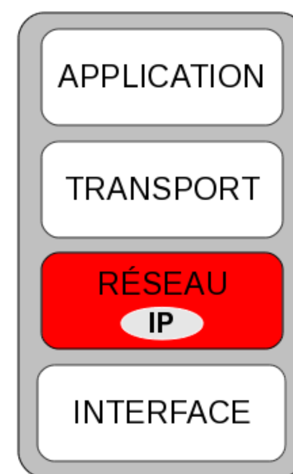


VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

Définition

- Rappel : de manière générale, les adresses forment une notion importante en communication et sont **un moyen d'identification**.
- Dans un réseau informatique, une **adresse IP** est **un identifiant unique attribué à chaque interface avec le réseau IP** et associé à une machine (routeur, ordinateur, etc.). C'est une adresse ***unicast*** utilisable comme adresse source ou comme destination.

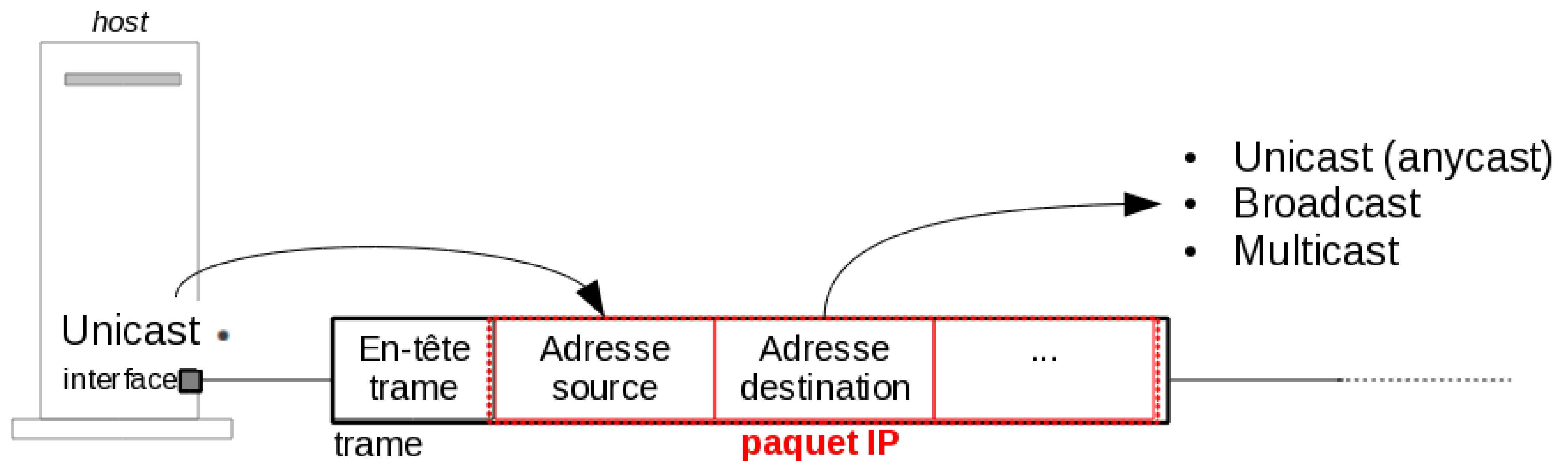


Modèle DoD

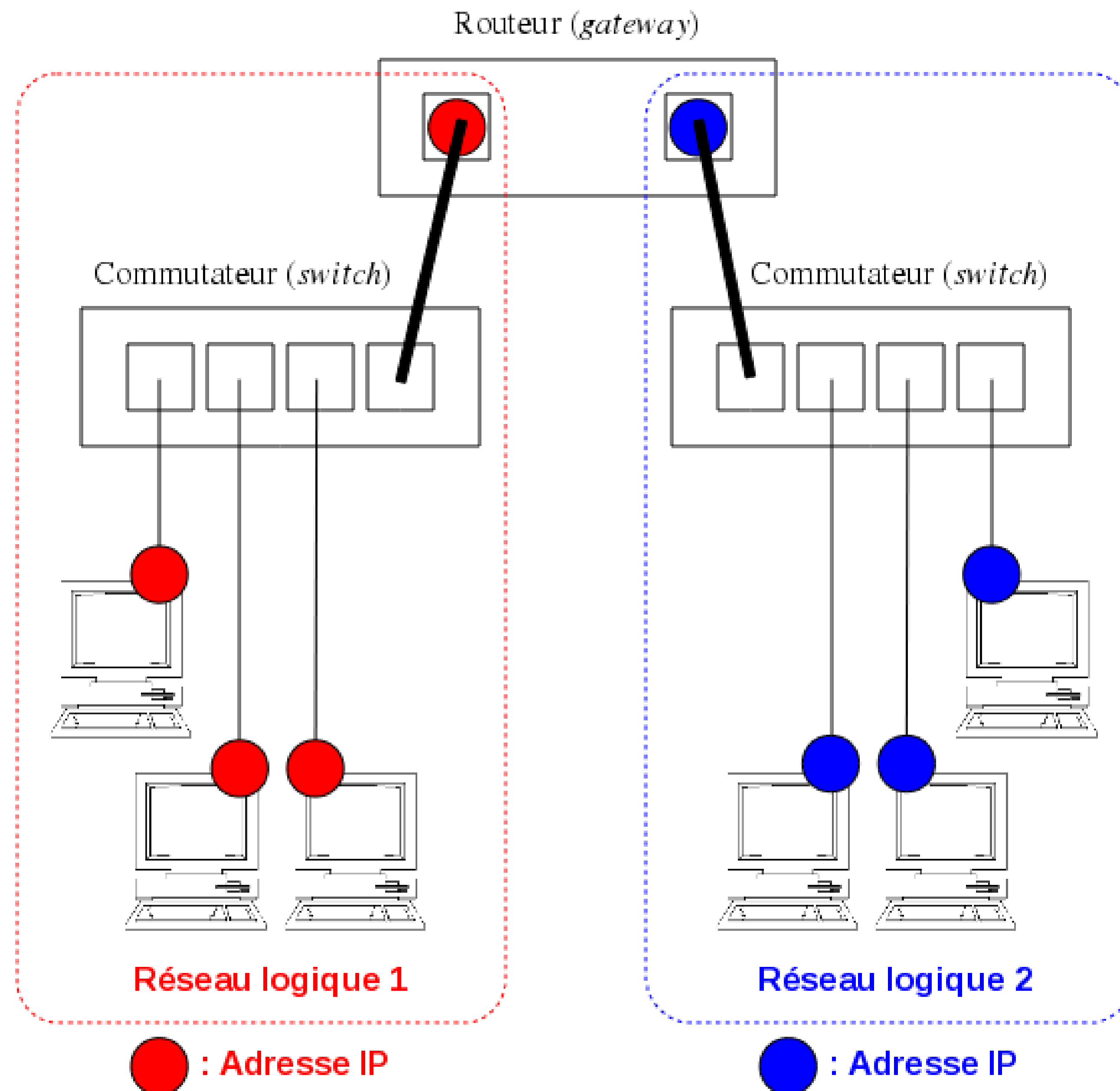
IP signifie *Internet Protocol*.

Principe

- Rappel : l'adresse IP est utilisée dans l'entête IP des paquets échangés.



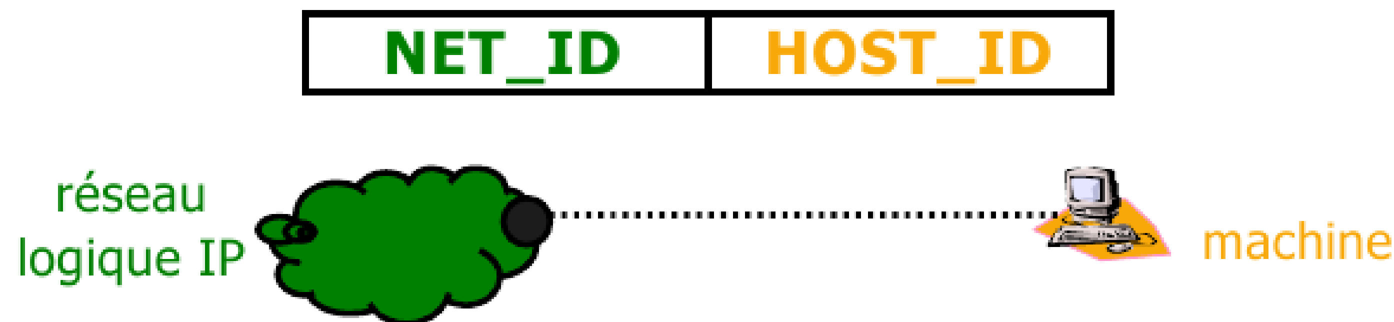
Exemple de réseau



Remarque 1 : notion de *netid* et *hostid*

À partir du schéma précédent, on en déduit qu'une adresse IP est probablement décomposée en **deux parties** :

- une partie de l'adresse **identifie le réseau (*netid*)** auquel appartient l'hôte et
- une partie **identifie le numéro de l'hôte (*hostid*)** dans le réseau.



Frères des Écoles Chrétiennes Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Remarque 2 : notion d'échanges directes et indirectes

À partir du schéma précédent, on distingue deux situations :

- Les équipements communiquent directement entre eux à condition qu'ils soient sur le même réseau IP (même *netid*). Ils peuvent être interconnectés physiquement par des concentrateurs (*hub*) et/ou des commutateurs (*switch*).
- Les équipements qui n'appartiennent pas au même réseau IP (*netid* différents) ne peuvent pas communiquer entre eux directement. Ils pourront le faire par l'intermédiaire d'un **routeur (*gateway*)**.

Le routeur doit posséder une adresse IP dans chaque réseau IP qu'il interconnecte. On dit qu'il est multi-domicilié.

Frères des Écoles Chrétiennes
Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Historique

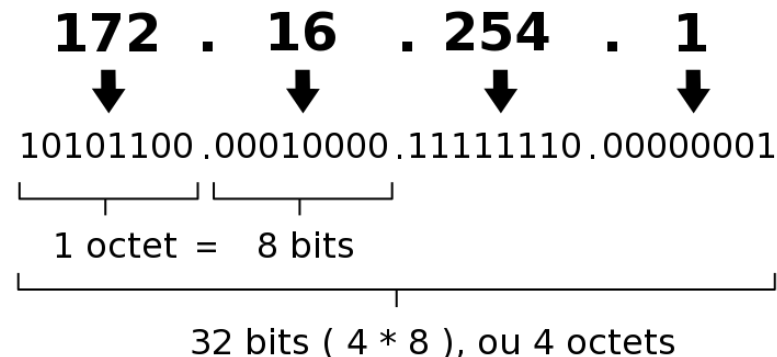
En cinq dates :

- Septembre 1981 : Internet Protocol (IP)
- Octobre 1984 : Création du concept de sous-réseau (*Internet subnets*)
- Septembre 1993 : Abandon de l'adressage par classes et utilisation de CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*)
- Février 1996 : Réservation d'adresses pour l'usage privé
- Décembre 1998 : Spécification d'*Internet Protocol* Version 6 (IPv6)

Différentes versions des adresses IP

Il existe deux versions pour les adresses IP :

- **version 4** : les adresses sont codées sur **32 bits**
  - Elle est généralement notée avec quatre nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points.



- **version 6** : les adresses sont codées sur **128 bits**
  - Elle est généralement notée par groupes de 4 chiffres hexadécimaux séparés par ':' (exemple : FE80:0000:0000:0000:020C:76FF:FE21:1C3B).

L'adresse de version 4 (IPv4) est encore actuellement la plus utilisée.

Affectation des adresses IP

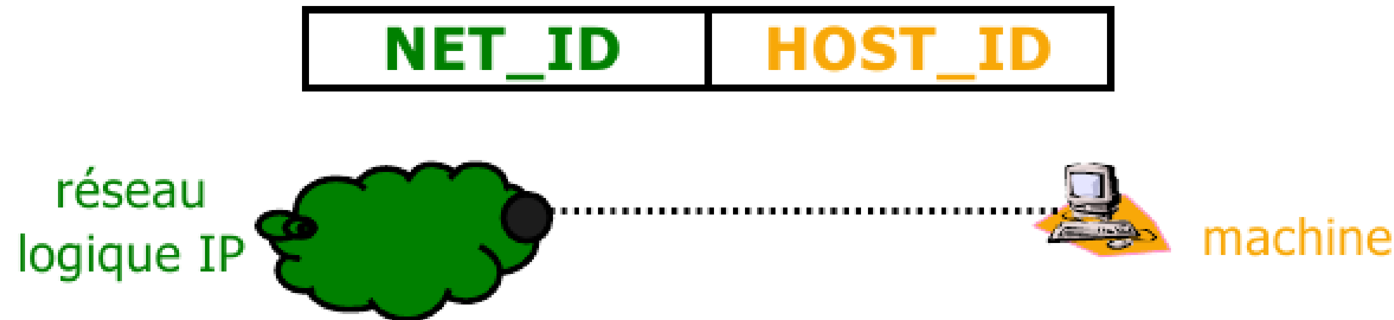
On distingue deux situations pour assigner une adresse IP à un équipement :

- de manière **statique** : l'adresse est **fixe** et configurée le plus souvent **manuellement** puis stockée dans la configuration de son système d'exploitation.
- de manière **dynamique** : l'adresse est **automatiquement** transmise et assignée grâce au protocole DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) ou BOOTP.

Frères des Écoles Chrétiennes
Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Décomposition des adresses IPv4 (1/3)

Rappel :



Pour décomposer une adresse IP (c'est-à-dire séparer le *netid* du *hostid*), il faut utiliser un **masque (*netmask*)**. Chaque équipement effectuera une opération **ET (bit à bit)** entre l'adresse IP complète et le masque.

Il suffit alors de placer des bits à 1 dans le masque pour conserver le *netid* et des 0 pour écraser le *hostid*. Un masque a donc la même longueur qu'une adresse IP.

> C'est donc la valeur du masque qui définit le *netid* (et donc le *hostid*). On parle de masque de réseau. La valeur du masque est essentielle dans l'adressage IP.

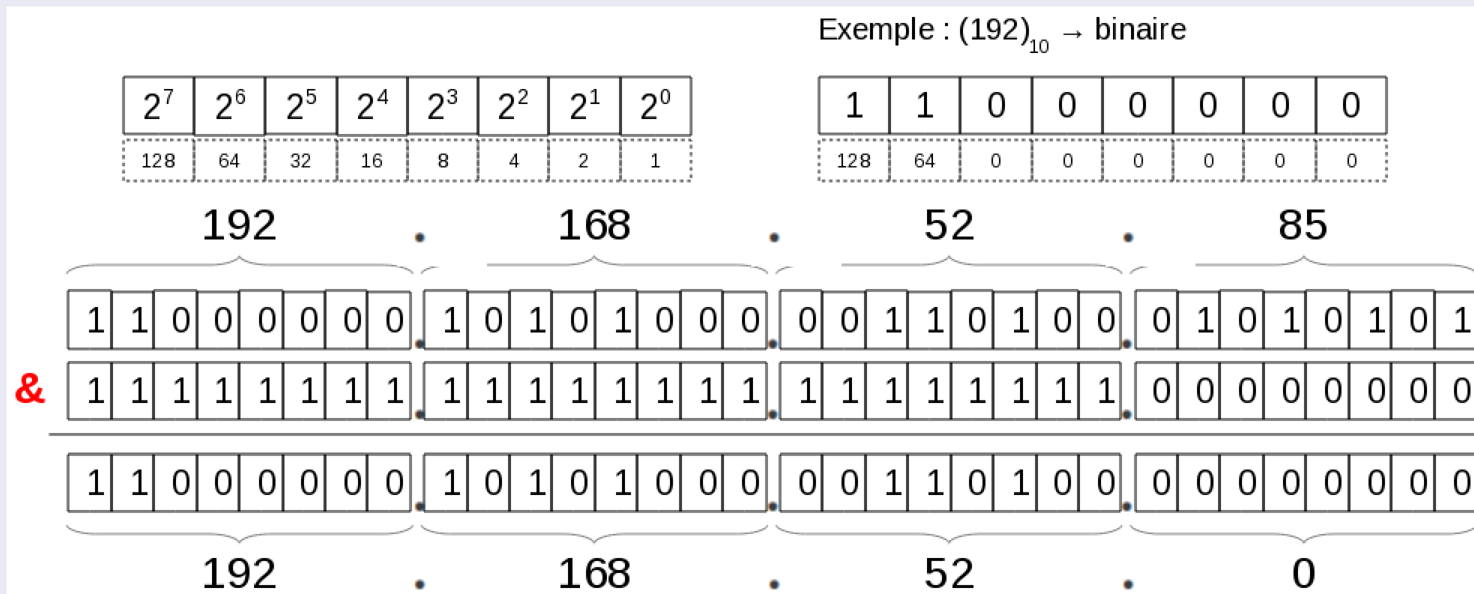
Décomposition des adresses IPv4 (2/3)

Rappel : la table de vérité du ET

le **0** est l'élément absorbant et le **1** est l'élément neutre.

A	B	$S_{A\&B}$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Exemple : 192.168.52.85 avec le masque 255.255.255.0



Décomposition des adresses IPv4 (3/3)

- Pour **déterminer la partie réseau (*netid*)** auquel appartient un équipement, l'opération suivante est réalisée :
  net-id ← adresse IP **ET bit à bit** Masque
  Exemple : **192.168.52.0** ← 192.168.52.85 **&** 255.255.255.0
- Pour **déterminer le numéro de l'hôte (*hostid*)** dans le réseau, l'opération suivante est réalisée :
  host-id ← adresse IP **ET bit à bit** ~Masque
  Exemple : **0.0.0.85** ← 192.168.52.85 **&** 0.0.0.255

L'utilisation du masque 255.255.255.255 donnera l'adresse IP complète assignée à une machine.

Frères des Écoles Chrétiennes
Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Remarque : adresses interdites

- On remarque que l'adresse d'un réseau est composée du *netid* et d'un *hostid* **où tous les bits sont à 0** (Exemple : 192.168.52.**0** avec un masque 255.255.255.0).
- On en déduit qu'une adresse de réseau ne peut être assignée à une machine pour éviter tout risque de confusion. C'est donc une **adresse interdite**.
- Lorsque l'on met **tous les bits à 1** dans le *hostid*, on obtient une adresse de ***broadcast*** : c'est une adresse de diffusion générale à toutes les machines du réseau (Exemple : 192.168.52.**255** avec un masque 255.255.255.0). C'est aussi une **adresse interdite**.

Dans les plages d'adresses assignables à des machines d'un réseau, il y aura toujours deux adresses interdites : l'**adresse du réseau** et l'**adresse de *broadcast***.

Excercice n°1

Utilisation du masque de réseau

1) Une machine A qui a pour adresse IP 190.24.12.8 et un masque 255.255.0.0 fait partie de quel réseau ?

2) Une machine B qui a pour adresse IP 10.0.100.1 et un masque 255.0.0.0 fait partie de quel réseau ?

3) La machine A et B pourront-elles communiquer directement ? Si non, que faut-il faire ?

4) Donner l'adresse IP d'une machine C qui appartiendrait au même réseau logique que la machine A. Idem pour une machine D qui serait reliée au même réseau que B.

5) Dessiner le schéma du réseau pour ces quatre machines.

6) Proposer une convention d'assignation d'adresses pour le réseau 192.168.1.0 avec le masque 255.255.255.0 en tenant compte des adresses fixes et dynamiques.

Taille d'un réseau IPv4

C'est le **masque** qui définit la taille d'une réseau IP : c'est-à-dire la plage d'adresses assignables aux machines du réseau.

Exemple

Soit le réseau 176.16.0.0 avec un masque de 255.255.0.0. Quel est le nombre d'adresses machines de ce réseau ?

Le masque 255.255.0.0 possède 16 bits à 1 et découpe donc une adresse IP de la manière suivante :

- le *netid* fera donc 16 bits (valeur fixée par le masque)
- nombre de bits restant pour le *hostid* : 32 - 16 = 16 bits

Le nombre d'adresses machines de ce réseau est donc :
$2^{16} - 2 = 65536 - 2 = 65534$ adresse machines

Il existe une autre notation (nommée CIDR) pour exprimer l'adresse d'un réseau. On indique alors le nombre de bits à 1 dans le masque de la manière suivante : 176.16.0.0/16

Excercice n°2

1) Une machine A a pour adresse IP 192.168.12.1 et un masque 255.255.255.0. Combien reste-t-il d'adresses disponibles dans ce réseau ?

2) Donner pour ce réseau, la valeur des deux adresses interdites en indiquant leur signification.

3) On décide d'interconnecter ce réseau avec un routeur. Affecter la dernière adresse disponible à l'interface du routeur raccordée physiquement à ce réseau.

4) Donner en écriture CIDR l'adresse de ce réseau.

5) Donner la valeur en écriture décimale pointée du masque du réseau 192.168.1.0/25.

Techniques d'adressage d'un réseau IPv4

On distingue deux techniques utilisables pour choisir une adresse réseau IP (version 4) :

1. L'adressage par classes (cf. document annexe)
   - L'ensemble des adresses IP ont été réparties dans 5 classes (A à E)
   - Un masque de réseau est fixé pour chaque classe
   - Seules les classes A, B et C sont utilisables pour un adressage de machines
   - La classe D est réservée pour l'adressage *multicast* (diffusion à un groupe)
   - La classe E est réservée pour un usage futur
   - Remarque : l'adressage par classes n'est plus utilisé sur le réseau public Internet. Il est donc réservé à un usage privé.
2. L'adressage sans classes nommé CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*) RFC 1519
   - Comme son nom l'indique, l'adressage par classes est ici abandonné
   - Il n'y a donc plus de masque fixé par référence à une classe
   - Remarque : l'adressage sans classes CIDR est notamment utilisé sur le réseau public Internet.

Types de réseaux

On doit maintenant distinguer deux types de réseaux adressables en IP :

1. le réseau public **Internet** où chaque équipement connecté doit posséder une adresse unique et enregistrée au niveau mondial.
2. les réseaux privés, dans ce cas le choix des adresses est libre et ne doivent être uniques que dans ce réseau.

Remarques :

- Si un réseau privé doit être interconnecté avec le réseau Internet, il faudra alors utiliser des adresses privées qui ne puissent correspondre à des adresses publiques utilisées sur Internet. Des **plages d'adresses réservées à usage privé** existent et elles ne sont donc pas acheminées par les routeurs Internet, ce qui supprime tout risque de conflit (cf. document annexe).
- Dans ce cas, pour interconnecter un réseau privé avec Internet, on utilisera un **routeur NAT (*Network Address Translation*)** qui permet de remplacer l'adresse IP source privée par l'adresse publique du routeur.

Frères des Écoles Chrétiennes
Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Gestion des adresses IP d'Internet

L'**IANA** (*Internet Assigned Numbers Authority*) est une organisation américaine (depuis 2005, une division de l'**ICANN**) dont le rôle est entre autre la gestion de l'espace d'adressage IP d'Internet. Elle a été créée à l'initiative de Jon Postel.

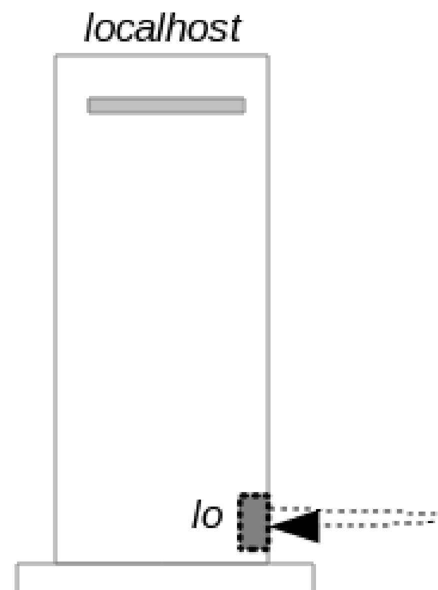
- L'**IANA** définit l'usage autorisé des différentes plages d'adresses IPv4, en segmentant l'espace en 256 blocs de taille /8 numérotés de 0/8 à 255/8 qu'elle confie ensuite à l'un des 5 **RIR (*Regional Internet Registries*)**. En février 2011, il ne reste plus aucun bloc /8 libre !
- Les RIRs gèrent les ressources d'adressage IPv4 (et IPv6) dans leur région. Le RIR qui gère les réseaux IP européeens est **RIPE NCC** (*Europe and northern Africa - Network Coordination Centre*).
- Les RIRs alloueront des blocs d'adresses à des **LIR (*Local Internet Registries*)** qui les distribueront aux utilisateurs finaux de leur pays.

Il est possible d'interroger les bases de données des RIRs pour savoir à qui est allouée une adresse IP. Ces requêtes se font grâce à la commande `whois` ou bien via les sites web des RIR/LIR (rubrique « whois »).

Interface de boucle locale (*loopback*)

Une interface *loopback* est une **interface virtuelle d'un matériel réseau**.

- Le nom ***localhost* (hôte local) est associé à l'adresse IPv4 127.0.0.1** et à l'adresse IPv6 ::1 et fait référence à l'interface de *loopback* de la machine locale.
- Sous Unix, l'interface de *loopback* est abrégée par `lo`.
- Toute machine disposant d'une pile TCP/IP fonctionnelle permet de s'adresser à *localhost*, même si cette machine n'est reliée à aucun réseau physique.



Adresses IPv4 interdites

Il y a des adresses interdites que l'on ne peut pas utiliser comme adresse IP pour un équipement :

- les adresses réseaux : c'est-à-dire les adresses dont tous les bits de la partie *hostid* sont à 0
- les adresses de diffusion générale (*broadcast*) : c'est-à-dire les adresses dont tous les bits de la partie *hostid* sont à 1
- l'adresse de boucle locale (*loopback*) 127.0.0.1 associé au nom *localhost*. De manière générale, toutes les adresses de ce réseau 127.0.0.0 [1]
- l'adresse 0.0.0.0 qui est utilisée par des différents services (DHCP, tables de routage, ...) et qui a souvent une signification particulière
- les adresses de lien local : ces adresses sont utilisables uniquement comme adresses de configuration automatique par défaut des interfaces d'hôtes (en cas d'absence de configuration manuelle explicite et de non-détection d'autres systèmes de configuration comme DHCP) : 169.254.0.0 - 169.254.255.255 (169.254/16) [1]

[1] Ces adresses ne devraient pas être routées sur Internet, ni même de façon privée au delà d'un même segment de liaison

Excercice n°3a

Adressage privé (ESI 2006-2008)

L'adresse réseau de l'entreprise est 172.16.0.0.

1) Donner la classe de ce réseau.

2) Donner le masque de ce réseau.

3) Donner le nombre maximum de noeuds que l'on peut connecter.

4) Quelle est l'adresse de diffusion (broadcast) de ce réseau ?

5) S'agit-il d'une adresse réseau privée ou publique ?

Frères des Écoles Chrétiennes
Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Excercice n°3b

Adressage Internet

Un abonné Orange interroge la base de données whois pour en savoir plus sur l'adresse IP 193.253.86.238 qu'il a obtenu lors d'un traceroute vers un serveur Internet :

```
$ whois 193.253.86.238
inetnum:        193.253.80.0 - 193.253.95.255
netname:        RBCI
descr:          France Telecom IP backbone
```

1) Donner le masque de ce réseau en notation CIDR et en notation décimale pointée.

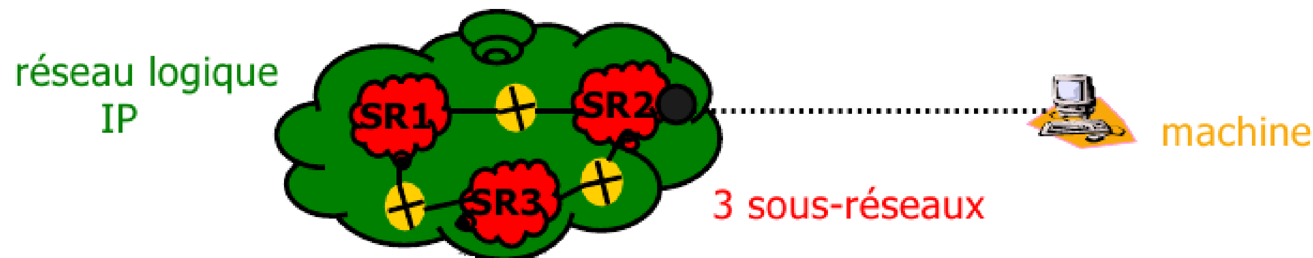
2) Donner le nombre maximum d'adresses de ce réseau.

3) À quel bloc d'adresse de l'IANA correspond ce réseau ?

4) À partir des informations données par la commande whois, en déduire le RIR qui gère ce bloc d'adresse ?

Sous-réseaux (*subneting*)

En 1984, devant la limitation du modèle de classes, la RFC 917 (*Internet subnets*) crée le concept de **sous-réseau**.



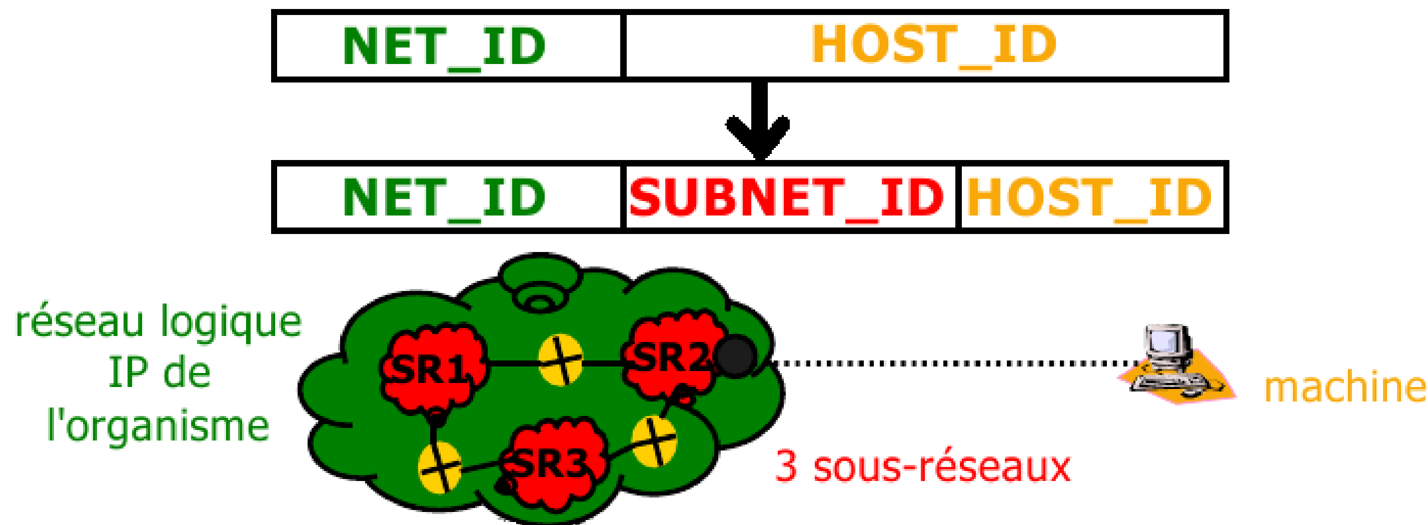
Ceci permet par exemple :

- d'utiliser une adresse de Classe B comme 256 sous-réseaux de 254 ordinateurs au lieu d'un seul réseau de 65536 ordinateurs, sans toutefois remettre en question la notion de classe d'adresse.
- d'optimiser l'utilisation et la sécurité du réseau en le segmentant
- de maîtriser l'adressage à l'intérieur du réseau

Conséquence : Le masque de sous-réseau ne peut plus être déduit de l'adresse IP elle-même. L'utilisation de masque de longueur variable (*Variable-Length Subnet Mask*, VLSM) permet une utilisation plus efficace de l'espace d'adressage.

Adressage IPv4 des sous-réseaux (*subneting*)

Pour segmenter un réseau en sous-réseaux, il faut alors décomposer la partie *hostid* de l'adresse IP en deux parties : une adresse de sous-réseau (*subnetid*) et une adresse machine (*hostid*).



Par exemple, pour créer 3 sous-réseaux, il faudra prendre **2 bits dans la partie *hostid*** et on créera 2^2 donc 4 sous-réseaux :

- **0 0** pour le sous-réseaux n°0 - **1 0** pour le sous-réseau n°2
- **0 1** pour le sous-réseau n°1 - **1 1** pour le sous-réseau n°3

Frères des Écoles Chrétiennes Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Masque de sous-réseaux (*subnetmask*)

Évidemment, le masque de départ change et doit maintenant englober la partie *netid* et la partie *subnetid*. Ce nouveau masque se nomme **masque de sous-réseaux**.

Exemple : pour le réseau 192.168.1.0/24 découpé en 4 sous-réseaux

- netid = 24 bits
- subnetid = 2 bits
- hostid = 32 - 24 - 2 = 6 bits

Le masque de sous-réseau sera : 24 + 2 = 26 bits soit 255.255.255.192

Frères des Écoles Chrétiennes Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

Plage d'adresses des sous-réseaux

Le nombre de machines adressables dans chaque sous-réseau sera de $2^{nb\ bits\ hostid} - 2$ adresses interdites.

Exemple : pour le réseau 192.168.1.0/24 découpé en 4 sous-réseaux

Le nombre de machines adressables dans chaque sous-réseau sera de :
$2^6 - 2$ adresses interdites = 62 adresses

- sous-réseaux n°0 192.168.1.0/26 : 192.168.1.1 à 192.168.1.62 (broadcast = 192.168.1.63)
- sous-réseaux n°1 192.168.1.64/26 : 192.168.1.65 à 192.168.1.126 (broadcast = 192.168.1.127)
- sous-réseaux n°2 192.168.1.128/26 : 192.168.1.129 à 192.168.1.190 (broadcast = 192.168.1.191)
- sous-réseaux n°3 192.168.1.192/26 : 192.168.1.193 à 192.168.1.254 (broadcast = 192.168.1.255)

Intérêt des sous-réseaux

- Avantages : Maîtriser l'adressage et la segmentation du réseau

  L'utilisation des masques de sous-réseaux permet d'optimiser le fonctionnement du réseau en segmentant de la façon la plus correcte l'adressage du réseau (séparation des machines sensibles du réseau, limitation des congestions, prévision de l'évolution du réseau, etc ...)

- Inconvénient : Gérer des tables de routages plus complexes

  Malheureusement, la séparation d'un réseau en plusieurs sous-réseaux n'a pas que des avantages. L'inconvénient majeur est notamment la complexification des tables de routage étant donné le plus grand nombre de réseaux à “router”.

On peut distinguer deux démarches pour déterminer un masque de sous-réseaux :

- à partir du nombre de machines à adresser et/ou
- à partir du nombre de sous-réseaux à créer

Excercice n°4

Adressage de sous-réseaux

1) L'adresse réseau de l'entreprise est 172.16.0.0. On désire créer 12 sous-réseaux. Donner :

- Le nombre de bits utilisés pour créer les sous réseaux
- Le nombre de sous réseaux réellement créés
- Le masque de sous réseau
- Le nombre maximum d'adresses de poste pour chaque sous réseau

2) L'adresse réseau de l'entreprise est 192.168.0.0. Les différents services organisés en sous-réseaux disposent au maximum de 20 machines. Les sous-réseaux sont connectés entre eux par un routeur. Donner :

- Le nombre d'équipements
- Le nombre de bits à réserver pour l'adressage des machines
- Le nombre de sous réseaux créés
- Le masque de sous réseau
- Les plages d'adresses pour chaque sous-réseau
- L'adresse de broadcast de chaque sous-réseau

Agrégation des adresses (*supernetting*)

Le CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*), a été mis au point en 1993 afin de **diminuer la taille de la table de routage contenue dans les routeurs**.

Ce but est atteint en **agrégeant plusieurs entrées de cette table en une seule**.

Exemple : deux réseaux contigus (donc 2 routes dans la table de routage)

- 193.127.32.0 / 24 (255.255.255.0) : 32 → <u>0010 000</u>0
- 193.127.33.0 / 24 (255.255.255.0) : 33 → <u>0010 000</u>1

On observe les préfixes des deux réseaux contigus (ils ont 7 bits en commun). On peut donc les grouper en utilisant le netmask 255.255.254.0 où 254 → 1111 1110 (7 bits).

Ces 2 réseaux 193.127.32.0 et 193.127.33.0 sont agrégés en 193.127.32.0 / 23 (16+7=23 bits au lieu de 16+8=24).

Dans la table de routage, une seule route représentera les 2 réseaux 193.127.32.0 et 193.127.33.0.

Adresse IPv6

Les adresses IPv6 sur **128 bits** sont décomposées en :

- un **préfixe** de localisation public : 48 bits
- un champ **sous-réseau** de topologie locale du site (subnet) : 16 bits
- un identifiant de l'**interface** (basé sur l'adresse MAC ou aléatoirement) qui garantie l'unicité de l'adresse (équivalent à *hostid*) : 64 bits

Structure des adresses unicast globales

champ	*préfixe*	*sous-réseau*	*interface*
bits	48	16	64

Structure des adresses link-local

champ	*préfixe*	*zéro*	*interface*
bits	10	54	64

1111111010

Format d'une adresse multicast

champ	*préfixe*	*drap.*	*scope*	*groupe*
bits	8	4	4	112

11111111

Structure des adresses locale unique

champ	*préfixe*	*L*	*ID globale*	*Subnet*	*Interface*
bits	7	1	40	16	64

1111110

les Chrétiennes
an-Baptiste de la Salle - Avignon

Notation des adresses IPv6

La notation décimale pointée employée pour les adresses IPv4 (par exemple 172.31.128.1) est abandonnée au profit d'une **écriture hexadécimale**, où les 8 groupes de 2 octets (soit 16 bits par groupe) sont séparés par un signe deux-points ' :' :

Exemple : La notation complète comprend exactement 39 caractères

2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001

Il est permis d'omettre de 1 à 3 chiffres zéros non significatifs dans chaque groupe de 4 chiffres hexadécimaux. Ainsi, l'adresse IPv6 ci-dessus est équivalente à :

2001:db8:0:85a3:0:0:ac1f:8001

De plus, une unique suite de un ou plusieurs groupes consécutifs de 16 bits tous nuls peut être omise, en conservant toutefois les signes deux-points de chaque côté de la suite de chiffres omise, c'est-à-dire une paire de deux-points (::). Ainsi, l'adresse IPv6 ci-dessus peut être abrégée en :

2001:db8:0:85a3::ac1f:8001

Remarques IPv6

- Les adresses constituées entièrement de 0 ou de 1 ne jouent pas de rôle particulier en IPv6.
- En IPv6, les sous-réseaux ont une taille fixe de /64, c'est-à-dire que 64 des 128 bits de l'adresse IPv6 sont réservés à la numérotation d'un hôte dans le sous-réseau.
- En IPv6, les masques de sous-réseaux ont donc une taille fixe de /64.
- L'IANA et les RIR gèrent aussi les ressources d'adressage IPv6.

Références

Les définitions des adresses IP versions 4 et 6, la notion de classe et la notation CIDR sont documentées dans les **RFC (*Request for comments*)** suivants :

1. Communes
   - RFC 997 - Internet numbers, mars 1987
   - RFC 791 - Internet Protocol, septembre 1981 (IP).
   - RFC 1519 - Classless Inter-Domain Routing (CIDR) : an Address Assignment and Aggregation Strategy, septembre 1993
   - RFC 1918 - Address Allocation for Private Internets, février 1996
   - RFC 1531 - Dynamic Host Configuration Protocol, octobre 1993 (DHCP).
2. IPv4
   - RFC 3330 - Special-Use IPv4 Addresses, septembre 2002
   - RFC 903 - A Reverse Address Resolution Protocol, juin 1984 (RARP).
3. IPv6
   - RFC 2460 - Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, décembre 1998
   - RFC 2373 - IP Version 6 Addressing Architecture, juillet 1998
   - RFC 2893 - Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers, août 2000

Frères des Ecoles Chrétiennes Saint-Jean-Baptiste de la Salle - Avignon

🄯 Copyright 2004-2012 tv <tvaira@free.fr>

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the **GNU Free Documentation License**, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with no Front-Cover Texts, and with no Back-Cover.
You can obtain a copy of the GNU General Public License : write to the Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Permission est accordée de copier, distribuer et/ou modifier ce document selon les termes de la **Licence de Documentation Libre GNU** (GNU Free Documentation License), version 1.1 ou toute version ultérieure publiée par la Free Software Foundation ; sans Sections Invariables ; sans Texte de Première de Couverture, et sans Texte de Quatrième de Couverture.
Vous pouvez obtenir une copie de la GNU General Public License : écrire à la Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Table des matières

Adressage par classe....................2

Assignation des plages d'adresses IP....................3

Remarques générales sur les masques....................5

Adressage par classe

Les classes A, B et C, sont réservées pour les utilisateurs d'Internet (entreprises, administrations, fournisseurs d'accès, etc ...) :

Classe	*1° octet en binaire*	*Masque par défaut*	*Plages d'@ réseaux possibles*	*Plages d'@ hôtes possibles*	*Nb de réseaux possibles*	*Nb d'hôtes possibles*	*@ de broadcast dans le réseau*
A	**0**000 0001 - **0**111 1110	255.0.0.0	1.0.0.0 - 126.0.0.0	0.0.0.1 - 0.255.255.254	2^7 - 2 = 126	2^{24} - 2 = 16 777 214	xxx.255.255.255
B	**10**00 0000 - **10**11 1111	255.255.0.0	128.0.0.0 - 191.255.0.0	0.0.0.1 - 0.0.255.254	2^{14} = 16 384	2^{16} - 2 = 65 534	xxx.xxx.255.255
C	**110**0 0000 - **110**1 1111	255.255.255.0	192.0.0.0 - 223.255.255.0	0.0.0.1 - 0.0.0.254	2^{21} = 2 097 151	2^8 - 2 = 254	xxx.xxx.xxx.255

Les adresses privées réservées

Classe	*1° octet en binaire*	*Masque par défaut*	*Plages d'@ réseaux possibles*	*Plages d'@ hôtes possibles*	*Nb de réseaux possibles*	*Nb d'hôtes possibles*
A	0000 1010	255.0.0.0	10.0.0.0	0.0.0.1 - 0.255.255.254	1	2^{24} - 2 = 16 777 214
B	1010 1100	255.255.0.0	172.16.0.0 - 172.31.0.0	0.16.0.1 - 0.31.255.254	16	2^{16} - 2 = 65 534
C	1100 0000	255.255.255.0	192.168.0.0 - 192.168.255.0	0.0.0.1 - 0.0.255.254	256	2^8 - 2 = 254

Les autres classes

Classe	*1° octet en binaire*	*Masque par défaut*	*Plages d'@ possibles*	*Utilisation*
D	**1110** ----	255.255.255.240	224.0.0.0 - 239.255.255.255	Multicast
E	**1111** ----	255.255.255.240	240.0.0.0 - 255.255.255.255	Réservé

 © BTS IRIS 2012 [tv]

Assignation des plages d'adresses IP

L'**IANA** (depuis 2005, une division de l'ICANN) définit l'usage autorisé des différentes plages d'adresses IPv4, en segmentant l'espace en 256 blocs de taille /8 numérotés de **0/8** à **255/8**.

L'espace d'adressage unicast IPv4 est composé des blocs d'adresse /8 de 1/8 à 223/8. Chacun de ces blocs est soit réservé, assigné à un réseau final ou à un registre Internet régional (RIR) ou libre.

Les adresses réservées en IPv4 :

Bloc	Usage	Référence
0.0.0.0/8	*Adresse réseau par défaut*	RFC 1700
10.0.0.0/8	Adresses privées	RFC 1918
100.64.0.0/10	Espace partagé pour Carrier Grade NAT	RFC 6598
127.0.0.0/8	adresse de bouclage (localhost)	RFC 1122
169.254.0.0/16	adresses locales autoconfigurées (APIPA)	RFC 3927
172.16.0.0/12	Adresses privées	RFC 1918
192.0.0.0/24	Réservé par l'IETF	RFC 5736
192.0.2.0/24	Réseau de test TEST-NET-1	RFC 5737
192.88.99.0/24	6to4 anycast	RFC 3068
192.168.0.0/16	Adresses privées	RFC 1918
198.18.0.0/15	Tests de performance	RFC 2544
198.51.100.0/24	Réseau de test TEST-NET-2	RFC 5737
203.0.113.0/24	Réseau de test TEST-NET-3	RFC 5737
224.0.0.0/4	Multicast	RFC 5771
240.0.0.0/4	Réservé à un usage ultérieur non précisé	RFC 1112
255.255.255.255/32	broadcast limité	RFC 919

Remarques :

- Les adresses des blocs **0/1**, **128/2** et **192/3** (anciennes classes A, B et C) sont réservées pour l'usage en tant qu'adresses d'interface d'hôte unique, et sont appelées adresses **point-à-point** ou ***unicast***. Elles sont utilisables comme source ou comme destination d'une trame IP.
- Les adresses dans le bloc **224/4** (ancienne classe D) sont réservées pour les services **multi-points** ou ***multicast***. Ces adresses sont invalides comme adresse source d'une trame IP. Les trames multidiffusées peuvent être reçues par n'importe quel hôte du même segment réseau, mais elles peuvent aussi être acheminées par un routeur d'échange vers les récepteurs d'autres segments, à condition que ces récepteurs aient négocié au préalable l'abonnement à cette adresse de multidiffusion, par exemple avec le protocole IGMP.
- Les adresses dans le bloc **240/4** (ancienne classe E) sont toutes réservées (à l'exception de l'adresse de diffusion ci-dessous) pour un usage ultérieur indéfini et ne doivent figurer dans aucune trame IPv4, aussi bien en source qu'en destination. En attendant une définition, toute trame IP reçue contenant une telle adresse devra être ignorée comme **invalide**.
- L'adresse **255.255.255.255** est valide uniquement comme destination en mode **diffusion** ou ***broadcast*** et indique que la trame peut être reçue et interprétée par n'importe quel interface IPv4 d'hôte connecté au même segment de liaison (la trame ne doit pas être routée vers d'autres segments de liaison).

Les adresses réservées en IPv6 :

Bloc	Usage	Référence
::/128	Adresse non spécifiée	RFC 4291
::1/128	Adresse de bouclage	RFC 4291
::ffff:0:0/96	Adresse IPv6 mappant IPv4	RFC 4291
2000::/3	Adresses unicast routables sur Internet	RFC 3587
2001::/32	Teredo	RFC 4380
2001:2::/48	Tests de performance	RFC 5180
2001:10::/28	Orchid	RFC 4843
2001:db8::/32	documentation	RFC 3849
2002::/16	6to4	RFC 3056
fc00::/7	Adresses locales uniques	RFC 4193
fe80::/10	Adresses locales lien	RFC 4291
ff00::/8	Adresses multicast	RFC 4291

L'IANA (***Internet Assigned Numbers Authority***) est une organisation américaine dont le rôle est la gestion de l'espace d'adressage IP d'Internet, et des autres ressources partagées de numérotation requises soit par les protocoles de communication sur Internet, soit pour l'interconnexion de réseaux à Internet. Elle a été créée à l'initiative de Jon Postel.

L'IANA définit aussi les espaces d'adresse IPv6 disponibles à la réservation.

L'IANA publie aussi la liste des numéros de ports TCP/UDP. Cette liste est reprise par les différents systèmes d'exploitation (Windows, Mac Os, Unix, Linux, ... etc). Il existe 3 types de ports:

- ports bien connus (*Well Known Ports*)
- ports enregistrés (*registered ports*)
- ports dynamiques et/ou privés (*Dynamic and/or Private Ports*)

Les **adresses IP unicast** sont donc distribuées par l'IANA aux registres Internet Régionaux (*Regional Internet Registries*, RIR). Les RIRs gèrent les ressources d'adressage IPv4 et IPv6 dans leur région.

À ce jour, la liste des RIRs est, par ordre de création :

- ARIN (*American Registry for Internet Numbers - Northern Americas and southern Africa*)
website: http://www.arin.net/ et command line: whois.arin.net

- **RIPE NCC** (*Europe and northern Africa - Network Coordination Centre*) Réseaux IP Européens
website: http://www.ripe.net/ et command line: whois.ripe.net

- LACNIC (*Latin America and the Carribean*)
website: http://www.lacnic.net/ et command line: whois.lacnic.net

- APNIC (*Asia and Pacific Network Information Centre*)

- AfriNIC (*African Network Information Centre*)

 © BTS IRIS 2012 [tv]

Remarques générales sur les masques

1 . Utiliser des bits contigus

Cela n'est pas une obligation, mais cela facilite énormément l'exploitation du réseau. En conservant la contiguïté des bits, les adresses des machines au sein du réseau se suivent. Ce ne serait pas le cas si l'on choisit un masque avec des bits non contigus. Le non respect de cette règle entraînerait des difficultés de gestion inutiles.

2 . Connaître les valeurs de masques de sous-réseaux

Etant donné que l'on conserve la contiguïté des bits, on va toujours rencontrer les mêmes nombres pour les octets du masque. Ce sont les suivants : 11111111, 11111110, 11111100, ..., 10000000, 00000000

Soit en décimal : **255, 254, 252, 248, 240, 224, 192, 128, et 0.**

Ainsi, on peut tout de suite dire si un masque semble valide.
Un masque en 255.255.224.0 est un masque correct
Un masque en 255.255.232.0 ne le sera pas (à moins de ne pas vouloir respecter la contiguïté des bits)

Masques possibles dans la RFC suivante : www.faqs.org/rfcs/rfc1878.html

3 . Déterminer le nombre de bits

$$a=\frac{(\log(y))}{(\log(2))}$$ Il faut arrondir *a* à l'entier supérieur

Exemple pour 72 :

$$a=\frac{(\log(72))}{(\log(2))}$$ a = 6,17, il faut 7 bits ($2^7 = 128 >= 72$)

<u>En Résumé :</u>

Il vous faudra déterminer successivement en fonction des besoins :

- le **nombre de bits n1** à utiliser dans la partie *host* **pour créer *s* sous-réseaux**
- le **nombre de bits n2** à utiliser dans la partie *host* **pour adresser *x* machines**
- **le <u>masque de sous-réseau</u> (commun à tous les sous-réseaux)**

Une fois le masque de sous-réseau déterminé, on peut définir le **plan d'adressage** des sous-réseaux qui revient à compléter un tableau de ce type

adresse sous-réseau	***adresse hôte (début)***	***adresse hôte (fin)***	***adresse de broadcast du sous-réseau***

En complément, on pourra indiquer : le nombre de sous-réseaux réellement créés ($\mathbf{2^{n1}}$) et le nombre d'adresses réellement disponibles par sous-réseau ($\mathbf{2^{n2}-2}$)

Remarque : **consulter les RFC 950 (1985) et RFC 1878 (1995)**